5. PROIECTAREA GHIDAJULUI CILINDRIC CU ALUNECARE

Ghidajul materializează cupla cinematică de translaţie a barei cilindrice de susţinere a piesei ce trebuie transportată, având rolul de preluare a forţelor transmise în timpul funcţionării.

5.1. Stabilirea regimului de frecare – ungere. Materiale

La viteze medii de deplasare a părţii mobile (glisiera) $v_x < \boldsymbol{10}$ m/min, funcţionarea corespunde ***regim*ului *de frecare mixtă***, cu caracter semiuscat când predomină contactul direct între suprafeţele elementelor constructive ale ghidajului.

Ungerea se realizeză manual, periodic.

Materialele se aleg pentru evitarea fenomenului de uzare a suprafeţelor active ale ghidajelor - acelaşi material pentru:

– ghidajul propriu-zis (partea fixă) = bucşa *4* presată în carcasa *5*;
– glisiera (partea mobilă)

cu durităţi superficiale diferite obţinute prin tratament termochimic (cementare) de 52-60 HRC.

Caracteristicile mecanice ale oţelurilor utilizate pentru construcţia ghidajelor cu alunecare sunt indicate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1 *Materiale pentru ghidaje cu alunecare*

Material	OLC 15	OLC 20	OLC 35	OLC 45	OLC 55
R_m, MPa	500	600	650	750	800
σ_{aiIII}, MPa	45	55	65	75	85

5.2. Determinarea dimensiunilor ghidajelor cilindrice

Schema constructivă a ghidajului este reprezentată în figura 5.1 cu următoarele notaţii:

1 – şurub de acţionare (**TSPB**);

2 – suport piuliţe;

3 – ţeavă (elementul mobil al ghidajului);

4 – bucşă (elementul fix al ghidajului);

5 – carcasă (în care se presează bucşele 4);

6 – piesa.

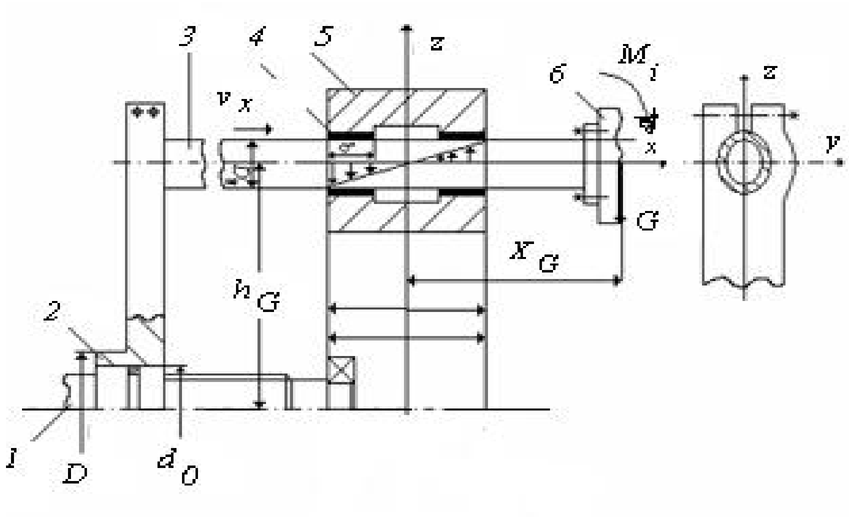


Fig. 5.1 *Construcţia sistemului de ghidare cilindric cu alunecare*

Dimensiunile ghidajului sunt reprezentate de:

D_g – diametrul (exterior al ţevii *3* – cu deplasare de translaţie);

L_g – lungimea totală, stabilită constructiv;

b_g – lungimea reală de contact între partea mobilă şi cea fixă a ghidajului.

Diametrul ghidajului D_g se calculează din condiţia de rezistenţă a ţevii la solicitarea de încovoiere determinată de greutatea totală *G* a ansamblului mobil (glisieră şi piesă).

Se admite: $G = 1{,}1 \cdot G_p$ (5.1)

Pentru calcul se consideră schema din figura 5.2, determinând următoarele mărimi:

● *Distanţa de calcul dintre reazeme*: L_{34} = ***50 ... 100*** mm

● *Lungimea totală a ghidajului* se stabileşte din condiţia:

$$L_{34} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{L_g}{2} \quad \Rightarrow \quad L_g = 1{,}5 \cdot L_{34} \text{ [mm]} \tag{5.2}$$

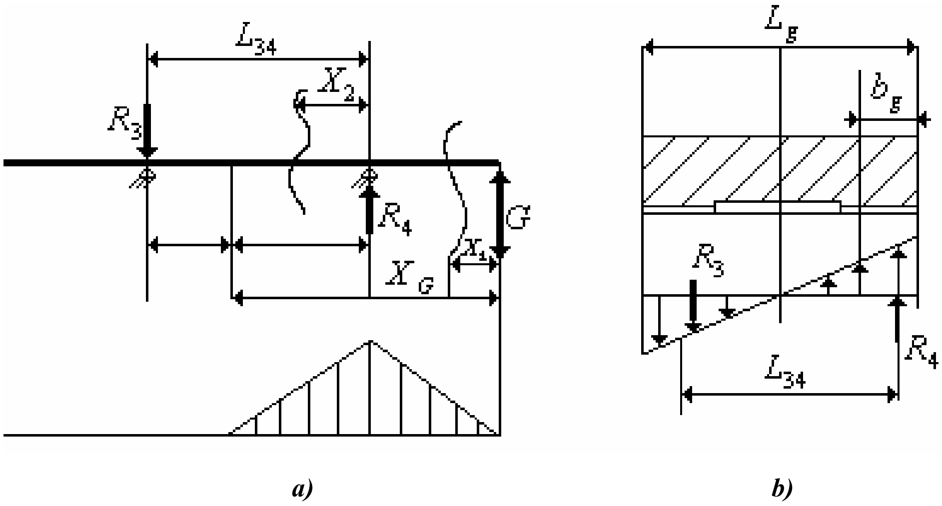


Fig. 5.2 *Schema de încărcare a ghidajului cilindric*

● *Poziţia centrului de greutate*: se alege constructiv pentru situaţia cea mai defavorabilă – după realizarea cursei de lucru:

$$X_G = \frac{L_{34}}{2} + l_c \quad \text{[mm]} \tag{5.3}$$

● *Stabilirea încărcării ghidajului*: se consideră conform reprezentării din figura 5.2.

● *Determinarea reacţiunilor*

Din condiţia că tija *3* se află în echilibru sub acţiunea solicitării exterioare G_c, se determină reacţiunile în reazemele ghidajului R_3 şi R_4 prin rezolvarea sistemului de ecuaţii:

$$
\begin{aligned}
& -R_3 + R_4 - G_c = 0 \\
& R_4 \cdot L_{34} - G_c \cdot \left(X_G + \frac{L_{34}}{2} \right) = 0
\end{aligned} \qquad (5.4)
$$

● *Trasarea diagramei de momente de încovoiere*

Se face pe fiecare porţiune din lungimea ghidajului la distanţele x_1 şi x_2 faţă de punctele de rezemare, astfel:

– pentru $x_1 \in \left[0, X_G - \frac{L_{34}}{2} \right]$ $\qquad M_i(x_1) = -G_c \cdot x_1$ $\qquad$ (5.5)

iar valorile momentului de încovoiere la capetele intervalului sunt:

$$M_i(0) = 0;$$

$$M_i\left(X_G - \frac{L_{34}}{2} \right) = -G_c \cdot l_c$$

– pentru $x_2 \in [0, L_{34}]$ $\qquad M_i(x_2) = -G_c \cdot \left(x_G - \frac{L_{34}}{2} + x_2 \right)$ $\qquad$ (5.6)

cu valorile:

$$M_i(0) = -G_c \cdot l_c;$$

$$M_i(L_{34}) = -G_c \cdot \left(x_G + \frac{L_{34}}{2} \right) + R_4 \cdot L_{34} = 0$$

● *Determinarea* $M_{i\max}$ care solicită ghidajul

Se observă din diagrama de momente de încovoiere (figura 5.2, a) că valoarea cea mai mare apare la mijlocul lungimii ghidajului şi este:

$$M_{i\max} = \left| -G_c \cdot \left(x_G - \frac{L_{34}}{2} \right) \right| = G_c \cdot l_c \qquad (5.7)$$

Impunând condiţia pentru tensiunea maximă de încovoiere:

$$\sigma_{i\max} = \frac{M_{i\max}}{W_{zz}} \leq \sigma_{aiIII} \tag{5.8}$$

se determină modulul de rezistenţă axial al secţiunii transversale a ghidajului cu relaţia:

$$W_{zz} \geq \frac{M_{i\max}}{\sigma_{aiIII}} \tag{5.9}$$

cu: σ_{aiIII} – rezistenţa admisibilă la oboseala de încovoiere după un ciclu de solicitare alternant simetric (tabelul 5.1).

Secţiunea transversală prin ghidajul cilindric este sub formă de ţeavă, reprezentată în figura 5.3 în planul (y, z) şi caracterizată de dimensiunile:
d_g – diametrul interior, D_g – diametru exterior, g – grosimea peretelui.

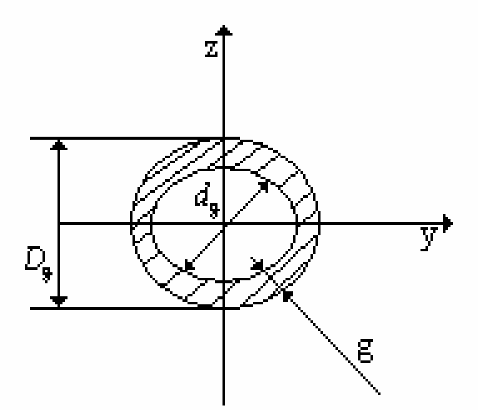


Fig. 5.3 *Forma constructivă a secţiunii transversale a ghidajului cilindric*

Folosind relaţiile de calcul care se pot scrie între dimensiunile d_g, g, D_g:

$$d_g = D_g - 2 \cdot g \tag{5.10}$$

în care se alege g = ***2 ... 3*** mm şi modulul de rezistenţă axial:

$$W_{zz} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_g^4 - d_g^4}{D_g} \tag{5.11}$$

se stabileşte *diametrul exterior* D_g al ghidajului prin rezolvarea unei ecuații de gradul patru.

Dimensiunile standardizate de țevi pentru realizarea ghidajului cilindric cu alunecare sunt indicate în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2 *Dimensiuni pentru țevi din oțel fără sudură, trase sau laminate la rece*

Diametrul exterior, mm	**Grosimea peretelui g_p, mm**								
	1	**1,5**	**2**	**2,5**	**3**	**3,5**	**4**	**4,5**	**5**
10									
12									
14									
15									
16									
18									
20									
22									
25									
28									
30									
32									
35									
38									
40									

5.3. Verificarea ghidajului cilindric la presiunea de contact

Presiunea de contact reprezentată în figura 5.2, b – distribuită liniar (triunghiular simetric) după generatoarea ghidajului cilindric, iar pe circumferinţă repartizarea ei este după două pânze conice – într-un punct situat la distanţa x de mijlocul lungimii L_g a ghidajului este dată de:

$$\frac{p}{p_{\max}} = \frac{x}{\frac{L_g}{2}} \quad \Rightarrow \quad p = 2 \cdot p_{\max} \cdot \frac{x}{L_g} \tag{5.12}$$

Momentul elementar corespunzător presiunii p este:

$$dM_z = dF_z \cdot 2x = p \cdot dA \cdot 2x = p \cdot D_g \cdot dx \cdot 2x = 2 \cdot p \cdot D_g \cdot x \cdot dx \tag{5.13}$$

Momentul de răsturnare – rezultă prin integrarea lui dM_z, înlocuind presiunea cu relaţia (5.12):

$$\begin{aligned} M_z &= \int dM_z = 4 \cdot p_{\max} \cdot \frac{D_g}{L_g} \int_{\frac{L_g}{2}-b_g}^{\frac{L_g}{2}} x^2 \cdot dx = \\ &= \frac{4}{3} \cdot p_{\max} \cdot \frac{D_g}{L_g} \cdot x^3 \Big|_{\frac{L_g}{2}-b_g}^{\frac{L_g}{2}} = \\ &= \frac{4}{3} \cdot p_{\max} \cdot \frac{D_g}{L_g} \cdot \left[\left(\frac{L_g}{2} \right)^3 - \left(\frac{L_g}{2} - b_g \right)^3 \right] = \\ &= p_{\max} \cdot D_g \cdot b_g \cdot \left(L_g - 2 \cdot b_g + \frac{4}{3} \cdot \frac{b_g^2}{L_g} \right) \end{aligned} \tag{5.14}$$

Când glisiera se deplasează pentru poziţionarea piesei, se observă că momentul M_z este creat numai de greutatea de calcul G_c:

$$M_z = G_c \cdot x_G \tag{5.15}$$

rezultând astfel ***presiunea de contact maximă*** cu relaţia:

$$p_{\max} = \frac{M_z}{D_g \cdot b_g \cdot \left(L_g - 2 \cdot b_g + \frac{4}{3} \cdot \frac{b_g^2}{L_g} \right)} \tag{5.16}$$

Datorită solicitării neuniforme a elementului mobil, uzarea ghidajelor este mai pronunţată la capete, de aceea se recomandă realizarea suprafeţelor de ghidare de lungime:

$$b_g \approx (0{,}3...0{,}35)L_g \tag{5.17}$$

Verificarea ghidajului constă în stabilirea inegalităţii:

$$p_{\max} \le p_a \tag{5.18}$$

unde *presiunea admisibilă de contact* este determinată în funcţie de materialul celor două elemente ale ghidajului. În cazul construcţiei din oţel a glisierei şi ghidajului propriu-zis $p_a =$ ***3 ... 4*** MPa.

5.4. Verificarea condiţiei din blocare a ghidajului

Ghidajul cilindric format din tija tubulară *3* (mobilă) şi bucşa *4* (fixă) este antrenat în mişcarea de translaţie sub acţiunea unei forţe Q_x datorată forţei axiale *F* din şurubul cu bile, ca în figura 5.4.

Ţinând seama şi de forţele de frecare F_f în ghidaj – pe suprafeţele de contact – se scriu ecuaţiile de echilibru pentru elementul mobil :

$$F = Q_x + 2 \cdot F_f \tag{5.19}$$

$$-F \cdot h_g + R \cdot L = 0 \tag{5.20}$$

din care rezultă:

$$R = F \cdot \frac{h_g}{L} \tag{5.21}$$

$$Q_x = F - 2 \cdot F_f \tag{5.22}$$

unde: $F_f = \mu \cdot R$ (5.23)

R – reacţiunea maximă pe ghidaj, corespunzătoare presiunii maxime:

$$R = p_{\max} \cdot D_g \cdot L_g \tag{5.24}$$

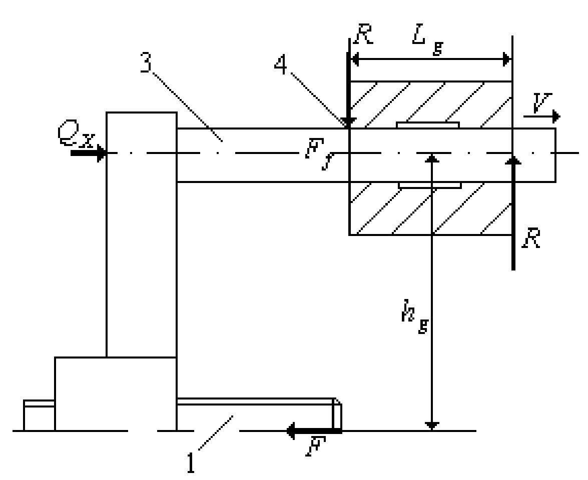


Fig. 5.4 *Schema încărcării pentru verificarea ghidajului cilindric*

Înlocuind cele două forţe în relaţia (5.22) rezultă ***forţa de antrenare*** a ghidajului cilindric:

$$Q_x = F - 2 \cdot \mu \cdot F \cdot \frac{h_g}{L_g} = F\left(1 - 2 \cdot \mu \cdot \frac{h_g}{L_g}\right) \tag{5.25}$$

Blocarea (înţepenirea) *ghidajului* se poate produce datorită alegerii incorecte a raportului dintre dimensiunile ghidajului sau dilatărilor.

Pentru evitarea blocării se asigură o lungime minimă a căii de ghidare – din condiţia impusă ca mişcarea de translaţie a elementului mobil să fie imposibilă :

$$1 - 2 \cdot \mu \cdot \frac{h_g}{L_g} = 0 \qquad \Rightarrow \qquad \left(\frac{h_g}{L_g}\right)_{\lim} = \frac{1}{2 \cdot \mu} \qquad \Rightarrow$$

se alege:

$$\frac{h_g}{L_g} < \left(\frac{h_g}{L_g}\right)_{\lim} \tag{5.26}$$

Dacă se impune un coeficient de siguranţă c = ***6,5*** (pentru ghidaje cilindrice), condiţia de blocare se scrie:

$$\frac{h_g}{L_g} = \frac{1}{2 \cdot \mu \cdot c} \tag{5.27}$$

din care se calculează *înălţimea ghidajului*:

$$h_g = \frac{L_g}{2 \cdot \mu \cdot c} \tag{5.28}$$

în care coeficientul de frecare de alunecare este ***0,05 ... 0,1***.